

УДК 631.3

К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РОТАЦИОННОЙ КОСИЛКИ ПЛЮЩИЛКИ С БИЛЬНЫМ УСТРОЙСТВОМ

С. И. Кирилук

Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П.О. Сухого», г. Гомель, Республика Беларусь

У косилки-плющилки нож ротационного режущего аппарата вращается в горизонтальной плоскости. Срезание растений осуществляется попарно вращающимися навстречу один другому роторами, внизу которых располагаются диски с ножами. Ротационные режущие аппараты позволяют достигать практически любых скоростей бесподпорного резания. Основной задачей при расчете ротационных косилок является определение критической (минимально допустимой) скорости, необходимой для перерезания растений, причем должно выполняться следующее условие: $V_p > V_{кр}$, где V_p - расчетная скорость ножа, м/с, $V_p = \omega R$, где ω - частота вращения ротора, c^{-1} ; R - радиус ножа по наружной кромке, м.

Критическая скорость резания растений зависит от физико-механических свойств растений и состояния режущего аппарата (ножа) и определяется по формуле: $V_{кр} = \frac{R}{\frac{3IE\Delta t}{H^3} + \frac{m}{\Delta t}}$, м/с, где H - высота среза

растений, м; R - максимальное усилие резания, Н; IE - жесткость стебля, $H \cdot м^2$; Δt - время удара ножа по стеблю, с; m - приведенная масса стебля,

$m = \frac{1}{3} m_0 H_{MAX}$; m_0 - масса единицы длины стебля, кг/м; H_{MAX} - высота

растений. Критическая скорость резания по результатам расчетов $V_{кр} = 45 - 62$ м/с. Окружная скорость ножа составляет $V_H = 90 - 100$ м/с, что обеспечивает гарантированный срез травостоя.

Для повышения эффективности сушки скашиваемых трав на ротационных косилках применяются механические устройства с различным типом рабочих органов. Плющение трав при скашивании является наиболее известным и простым приемом интенсификации сушки бобовых и бобово-злаковых травосмесей при заготовке кормов, характеризующихся неравномерностью влагоотдачи. Плющение широко используется в конструкциях современных ротационных косилок. Эффективность применения приема плющения трав в значительной степени зависит от конструкции и типа рабочих органов плющильных устройств и режимов их режимов работы, которые необходимо

обеспечивать в зависимости от типа убираемых особенностей строения и физиологическим свойствам кормовых культур. Для обработки скашиваемых трав применяются косилки, оснащенные рабочими органами в виде пары металлических ребристых цилиндров, обрешиненных ребристых плющильных валцов но они обладают ограниченной пропускной способностью и значительными габаритами. Для интенсификации процесса плющения широкое распространение получили кондиционеры (бильные устройства), оснащенные активными рабочими органами для механической деформации стеблей травы. Они имеют вращающийся цилиндрический вал с радиально расположенными на нем рабочими органами в виде бил.

Бильное устройство переламывает и расщепляет стебли растений, и подает массу на валкообразователи секций косилки, укладывающие ее в валок. Бильное устройство представляет собой вал 1 (рис. 1), с шарнирно закрепленными на нем Y - образными бичами 3, отклонение которых ограничивается резиновыми демпферами 2. Бичи расположены на валу 1 по двум винтовым линиям с разворотом на 180° и осевым смещением на полшага, чем достигается равномерное перекрытие бичами всей зоны прохода массы.

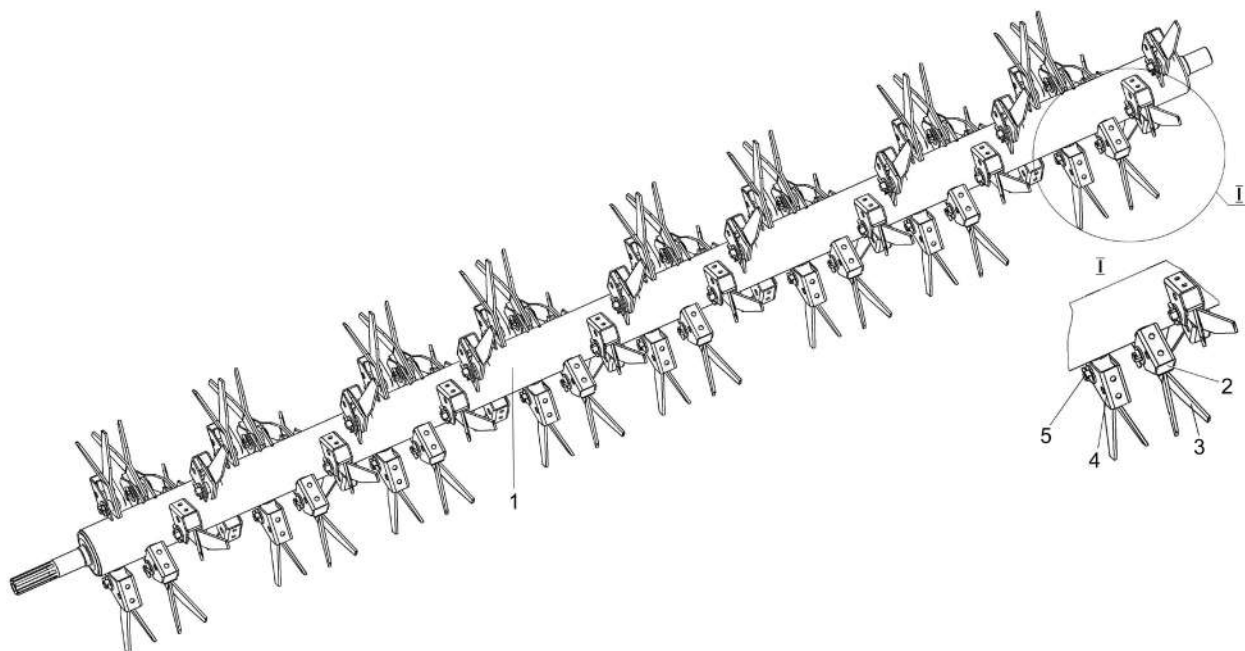


Рис. 1 – Устройство бильное: 1 – вал; 2 – демпфер; 3 – бич; 4 – корпус;
5 – ось со шплинтом

При испытании косилок-плющилок отсутствие повреждений в виде перегибов стебля по длине растений, исходя из методики определения полноты плющения, указанной в стандарте [1], связывают с неэффективностью работы устройства для их механической обработки. Чтобы получить требуемую полноту плющения, бильное устройство настраивают на более интенсивный режим обработки травы – используют

на более высокую частоту вращения бильного устройства минимизируют зазор между рабочими органами барабана и декой, В итоге, добиваются повышения плющения, но идет потеря листьев и соцветий от отбивания, особенно на бобовых культурах.

Подача растений в бильный барабан и первоначальное воздействие рабочими органами должно производиться на более толстую и прочную комлевую часть стебля, что позволит снизить динамическое воздействие от даров и протаскивания на среднюю и верхнюю часть стебля и снизить возможные потери от обивания листьев и соцветий, молодых побегов в верхней части стебля. Конструктивно необходимая длина планок рабочих органов определяется исходя из толщины потока травы, поступающего от режущего аппарата, который имеет величину по результатам исследований в диапазоне 100–150 мм. При рабочей длине планок менее 100 мм эффективность воздействия планок на стебли за счет наклонного удара снижается [1].

Для предотвращения повторного воздействия рабочего органа на один и тот же участок стебля, растение должно изменить свое положение относительно вращающихся планок, исходя из чего диаметр барабана должен быть по расчетам не менее 0,4 м. Диаметр бильного барабана) определяется из выражения $D' \geq D = \frac{L}{\pi}$, где L – высота травостоя, и по расчетам должен составлять 0,60...0,70 м. Это необходимо для исключения наматывания растений на бильное устройство. На косилках установлено бильное устройство диаметром $D = 570$ мм. Важнейшей составляющей обеспечения эффективного плющения стеблей является частота вращения бильного барабана.

Трава, поступающая к ротору, в результате неупругого удара приобретает скорость, равную окружной скорости барабана. При этом удары сообщаются непрерывно поступающим массам Δt , которые приобретают скорость v за время Δt . Импульс силы $P_1 \cdot \Delta t = \Delta m v$. Откуда окружное усилие на пластинах бичей ротора, преодолевающее силы инерции травы, $P_1 = \left(\frac{\Delta m}{\Delta t}\right) \cdot v = m' v$, где m' – подача массы в единицу времени. Тогда $P_1 v = m' v^2$.

При допущении, что скорость вылета из ротора стеблей травы равна окружной скорости бича ротора, необходимо введение поправочного коэффициента ξ . Тогда мощность для сообщения стеблям травы скорости в результате удара $N_y = \xi m' v^2$.

При максимальной поступательной скорости косилки 12 км/ч и диаметре барабана $D = 570$ мм частота вращения должна составлять не менее $\omega = 80 - 100$ рад/с. Окружная скорость бильного устройства $V = \omega \cdot R$, $V = 22,8 - 28,5$ м/с. Полученная скорость ниже критической практически в два раза $V_{кр} = 45 - 62$ м/с, что обеспечивает отсутствие перерезаний стеблей а

только их деформацию. При выборе частоты вращения барабана необходимо учитывать в обязательном порядке вид обрабатываемых растений урожайность, поскольку коэффициент трения, а следовательно, и силы трения о рабочие органы при захвате у разных видов растений имеют разное значение. Клевер, имеющий по сравнению со злаковыми больший коэффициент трения, а также с учетом особенностей его строения и крепления листьев целесообразно обрабатывать при частоте вращения барабана близкой к нижней границе – 768 мин⁻¹, либо не обрабатывать вовсе отключив бильное устройство. Для обработки злаковых культур, имеющих более жесткий и менее облиственный стебель, частота вращения должна быть выше – ближе к верхней границе диапазона – 960 мин⁻¹. Наличие в приводе плющильного устройства косилки настройки частоты вращения барабана, необходимой для обработки бобовых культур, позволяет адаптировать технологическую операцию к виду и состоянию убираемой культуры. Зазор между вершинами планок рабочих органов и поверхностью деки, частично охватывающей барабан, в значительной мере определяет качественные и энергетические показатели работы бильного плющильного устройства. Посредством изменения величины зазора бильного плющильного устройства адаптируется к свойствам и состоянию, урожайности обрабатываемой культуры. Результаты проведения исследований свидетельствуют об эффективности сушки травы, обработанной при соотношении зазоров на входе и выходе с барабана, близком к 2:1[1]. Технологическую настройку плющильного аппарата косилки целесообразно осуществлять за счет изменения зазора на входе деки. Реализация данных рекомендаций позволит адаптировать режимно – конструктивные параметры к виду и состоянию скашиваемых трав. Приведенные результаты исследований могут быть использованы при проектировании конструкций рабочих органов, для научнообоснованного выбора конструкции косилки – плющилки с учетом конкретных условий применения, определения параметров и режимов работы для обеспечения высокой эффективности процесса плющения скашиваемых трав.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шупилов А. А. Метод агротехнической оценки механической обработки трав для ускорения влагоотдачи при скашивании косилками, оснащенными бильными устройствами/ А.А. Шупилов, // Агропанарама. – 2023. – № 6 (160). – С. 2-7.